

INTRODUCCIÓN

La historia de máquinas capaces de pensar, discernir y controlar su destino de manera autónoma ha tenido lugar solo en la ciencia ficción. En ocasiones se habla de tecnologías ocultas desarrolladas por los gobiernos de naciones poderosas para propósitos bélicos, pero la realidad es que las máquinas no han alcanzado tal nivel, sólo se han realizado modelos para algunos pequeños procesos de inteligencia, llamada artificial por el hecho de ser creada a partir de la emulación de estructuras físicas propias de los humanos [1].

La inteligencia artificial (IA) es una de las áreas de las ciencias computacionales encargada de la creación de hardware y software que tenga un comportamiento inteligente y podemos verla como un intento de reproducir el comportamiento inteligente que se aprecia en la naturaleza.

La robótica como una disciplina cercana a IA, se encarga del estudio y desarrollo de los robots. Su importancia en la actualidad es notoria ya que los robots son utilizados principalmente en la industria donde se desarrollan tareas de difícil manipulación para el hombre e incluso trabajos en condiciones hostiles y peligrosas, tales como las que se llevan a cabo en ambientes radioactivos, corrosivos o a temperaturas elevadas.

Podemos definir a la robótica como el conjunto de conocimientos técnicos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas, dotados de un determinado grado de inteligencia y destinados a la producción industrial y a la sustitución del hombre en muy diversas áreas.

Básicamente la robótica se ocupa de todo lo concerniente a los robots¹, incluye el control de motores, mecanismos automáticos neumáticos, sensores, sistemas de cómputo, entre

¹ Término introducido en la lengua inglesa a partir de la palabra checa *robota* que significa *servidumbre*. Su uso se extendió como consecuencia de una comedia del escritor checo Karel Capek titulada *Los Robots Universales de Rossum (R.U.R.)*. La obra se escribió en 1920 y fue traducida al inglés tres años después. Se representó por primera vez en el Teatro Nacional de Praga en 1921 [2].

otros; es una síntesis de la automática y la informática que además involucra otras disciplinas como son la mecánica y la electrónica.

Si consideramos un robot cuya tarea es el ensamblado de un producto cuya información acerca de sus partes está disponible, podríamos preguntarnos ¿en qué orden el robot debería ensamblar el producto?, ¿qué trayectoria es la correcta, durante el ensamblado, para evitar colisiones con el ambiente?. El área de planeación de movimientos busca responder tales preguntas [3].

Aunque las técnicas de planeación de movimientos fueron inicialmente desarrolladas para crear robots con movimientos autónomos, tales como robots móviles en un edificio, estas técnicas fueron posteriormente desarrolladas y aplicadas en varios contextos como lo es el diseño de manufactura y servicio, el mantenimiento de plantas, la animación por computadora y el diseño de medicamentos, entre otros [3].

Programar un robot para que realice una acción sin decirle de que manera debe hacerlo es el objetivo del área de planeación de movimientos. El robot opera en un espacio de trabajo determinado, limitado y compuesto de obstáculos y debe planear automáticamente los movimientos necesarios para realizar una tarea específica evitando colisionar con los objetos presentes en dicho ambiente.

Actualmente se han desarrollado diversos métodos para resolver este problema, algunos más eficiente y rápidos que otros dependiendo de las condiciones presentes en el ambiente, sin embargo la eficiencia de estas aproximaciones decae cuando el espacio de trabajo contiene pasajes estrechos, es decir cuando el robot requiere pasar forzosamente muy cerca de los obstáculos para llegar a su destino o completar su tarea.

Esta tesis contribuye principalmente con la comunidad de robótica al tratar de resolver uno de los problemas de planeación de movimientos mas complicados y que actualmente aún no se ha resuelto de manera satisfactoria, nos referimos al problema conocido como *Problema de los Clavos* (“*Alpha Puzzle*” por sus términos en inglés).

El objetivo y contribución principal de esta tesis fue el análisis e implementación de una heurística probabilística, destinada específicamente a tratar de resolver el problema de los clavos. La heurística genera configuraciones adecuadas que permiten al robot librar el pasaje estrecho presente en su espacio de trabajo, contribuyendo de esta forma en una solución posible y eficaz para la generación de configuraciones en pasajes estrechos.

Los objetivos específicos de esta tesis buscaron primero el diseño e implementación de tres métodos probabilísticos de planeación de movimientos que permitieran de manera conjunta con la heurística propuesta resolver el problema abordado en ésta tesis. En segundo lugar diseñar e implementar una estrategia que permitiera rotar cuerpos en un espacio tridimensional, utilizando para esto las entidades matemáticas llamadas cuaterniones y por último contribuir con el grupo de robótica de la Universidad de las Américas – Puebla con el trabajo desarrollado.

Los resultados mostrados en esta tesis demuestran como la heurística propuesta soluciona satisfactoriamente algunas de las versiones del problema de los clavos (*versiones 1.5 y 1.2*) y se espera que en el futuro esta heurística sea mejorada de tal manera que resuelva las versiones restantes (*versiones 1.1 y 1.0*) no resueltas durante éste trabajo; así como también sea generalizada de manera que pueda ser aplicada a cualquier problema de planeación de movimientos.

La tesis está organizada de la siguiente manera: el primer capítulo describe el área de la planeación de movimientos así como los métodos más generales desarrollados hasta ahora para solucionar dicho problema. El segundo capítulo describe los métodos probabilísticos implementados para probar la heurística propuesta (*PRM, OBPRM y Visibilidad*).

En el capítulo tres se describen detalladamente las entidades matemáticas llamadas *Cuaterniones (parte fundamental de la heurística)*, el problema de los clavos y la heurística propuesta.

El capítulo cuatro muestra los resultados obtenidos por la ejecución combinada de los métodos probabilísticos de planeación de movimientos implementados durante esta investigación, los cuales emplearon a la heurística propuesta para generar configuraciones.

Las conclusiones y el trabajo futuro propuesto para la investigación son presentados en el capítulo cinco.